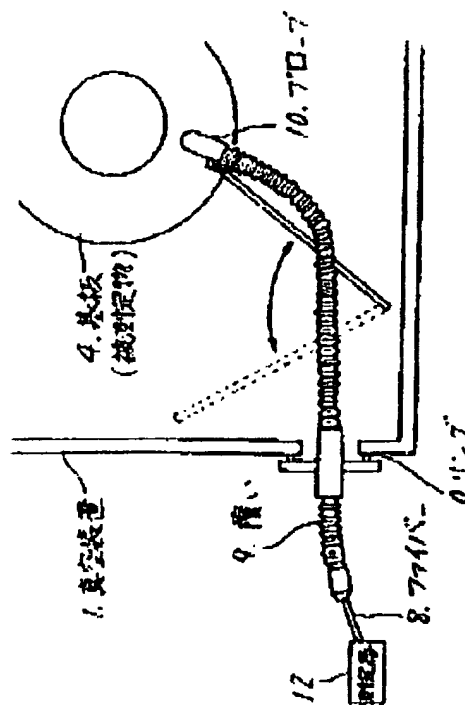


# IN-VACUUM MEASURING APPARATUS

**Patent number:** JP1107120  
**Publication date:** 1989-04-25  
**Inventor:** KOBAYASHI KAZUO; SAWADA SHIGETOMO  
**Applicant:** FUJITSU LTD  
**Classification:**  
 - International: C23C16/44; G01J5/02; G01J5/08  
 - european:  
**Application number:** JP19870264106 19871020  
**Priority number(s):** JP19870264106 19871020

## Abstract of JP1107120

**PURPOSE:** To measure the surface temp. and dust amount of a substrate in vacuum, to minimize the flaw of said substrate and to enhance the reliability of a membrane forming process, by condensing the light from the object to be measured by a measuring probe and taking out said light to the outside of the apparatus through a fiber to measure the same. **CONSTITUTION:** A fiber 8 is wrapped in a cover 9 such as a metal pipe and a measuring probe 10 closely brought into contact with the cover 9 is provided to the leading end part of said fiber 8 and, further, the cover 9 is closely brought into contact with the outer wall part of a vacuum apparatus 1 to prevent the leakage of air and the probe 10 is constituted so as to be movable in the apparatus 1. The probe 10 being a detection part is inserted in the apparatus 1 and movable to be capable of approaching a substrate 4 being an object to be measured. The apparatus 1 can be evacuated so as to reach a desired vacuum degree by the cover 9 without deteriorating the vacuum quality of said apparatus 1. The infrared rays from the substrate 4 are condensed to the cross-section of the fiber 8 by the lens 13 of the probe 10 to be sent to the measuring device 12 outside the apparatus 1 through the fiber 8 and the substrate 4 in the apparatus 1 is accurately measured.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-107120

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)4月25日

G 01 J 5/08  
C 23 C 16/44  
G 01 J 5/02A-7706-2G  
7217-4K  
K-7706-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 真空内測定装置

⑯ 特 願 昭62-264106

⑰ 出 願 昭62(1987)10月20日

⑱ 発 明 者 小 林 和 雄 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内⑲ 発 明 者 澤 田 茂 友 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁理士 井 桁 貞一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

真空内測定装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) ファイバ(8)を金属管もしくは金属ベローズの覆い(9)で包み、該ファイバ(8)先端部が該覆い(9)と密着して計測用プローブ(10)を有し、さらに該覆い(9)が真空装置(1)の外壁部で密接させて空気漏れを抑え、かつ該計測用プローブ(10)を該真空装置(1)内を移動可能に構成し、測定時に前記計測用プローブ(10)を被測定物に近接し、被測定物からの光を該測定用プローブ(10)により集光し、ファイバ(8)を通し装置外部に取り出し計測することを特徴とする真空内測定装置。

(2) 上記測定用プローブ(10)は先端にL型のフード(14)部を備え、該L型の折曲げ部分に蒸着又はスパッタリング等によって飛来して来る粒子と同じ材質の部材で覆われたミラー(15)を有

することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の真空内測定装置。

(3) 上記測定用プローブ(10)は筒状のフード(18)部を備え、該フード(18)部にガスを導入するパイプ(19)を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の真空内測定装置。

(4) 上記測定用プローブ(10)は、前記ファイバ(8)を通じて光線を導入する導入用プローブと、その光束を真空空間に投射し、微粒子による散乱光を集光する集光用プローブとを含んで成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の真空内測定装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(概要)

真空内測定装置に関し、

ファイバ部分を細い蛇腹で覆い、真空装置内を移動可能とし、真空装置内の被測定物に近づけて正確に測定することを目的とし、

ファイバを金属管もしくは金属ベローズの覆い

で包み、該ファイバ先端部が該覆いと密着して計測用プローブを有し、さらに該覆いが真空装置の外壁部で密接させて空気漏れを押え、かつ該計測用プローブを該真空装置内を移動可能に構成し、測定時に前記計測用プローブを被測定物に近接し、被測定物からの光を該測定用プローブにより集光し、ファイバーを通し装置外部に取り出し計測する構成とする。

#### (産業上の利用分野)

本発明は真空装置内の測定機構に関する。

近年、真空中で形成する薄膜が広い分野で利用されている。多くの場合、この薄膜に欠陥数を極度に減らす要求がなされているが、半導体、ディスクの磁性媒体の分野では、特にこれが著しくなっている。真空装置内の温度、塵埃等を測定し基本的データを得る必要がある。

#### (従来技術)

従来、真空装置としては例えば第8図に示すよ

合、または基板4が回転するか動く場合には、測定することができず、熱電対7の先端7を第8図のようにして基板ホルダー3へ接触させ、間接的に基板4の温度を測定していた。その為、20～30℃の誤差が生じ、基板表面温度を正確に測定する事が困難であった。

また、後者の窓6ごしに基板4から発生する赤外線を検出する方法は、赤外線を受ける部分が基板表面より遠く離れるために、被測定物が大きくなければならず(測定範囲が広くなければS/Nが悪くなる)、S/Nの良い測定が困難であった。さらにまた、スパッタリング中の基板4の表面温度は測定系が複雑になったり、飛来粒子によって窓6が汚れてしまうという問題があった。

そこで、本発明ではファイバーを細い蛇腹で覆い真空装置内を移動可能とし、真空装置内の被測定物に近づけて正確に測定することを目的とする。

#### (問題点を解決するための手段)

前記問題点は、第1図に示されるようにファイ

バー8を金属管もしくは金属ベローズの覆い9で包み、該ファイバ8先端部が該覆い9と密着して計測用プローブ10を有し、さらに該覆い9が真空装置1の外壁部で密接させて空気漏れを押え、かつ該計測用プローブ10を該真空装置1内を移動可能に構成し、測定時に前記計測用プローブ10を被測定物に近接し、被測定物からの光を該測定用プローブ10により集光し、ファイバー8を通し装置外部に取り出し計測する本発明の真空内測定装置によって解決される。

上記真空装置1内の基板4の温度計測は熱電対による方法と、赤外線を検出して行う方法とがある。熱電対による方法は、基板ホルダー3内部で点線で図示したように熱電対を通し、その先端を基板ホルダー3に接触させて計測する。

又、赤外線による方法は、真空装置1に設けた窓6ごしに基板4から発生する赤外線を検出して計測している。

#### (発明が解決しようとする問題点)

従来の基板温度計測のうち、前者の熱電対による方法は、基板4に直接接触させて測る必要があるため、基板4表面にキズを付けてはいけな

い場

#### (作用)

即ち、第1図において、樹脂で被覆されたファイバー8は、金属管もしくは金属ベローズの覆い9で包んで密閉されているので、検出部分(プローブ10)を真空装置1内に挿入し移動可能で、被測定物に近づけることができる。また、ファイバー8を補強するために被覆された樹脂は、金属管もしくは金属ベローズの覆い9で包まれており、真空装置内に挿入しても樹脂からのガスの発生が

ないので、装置の真空の質を劣化させることがなく、  
 所望の真空度まで排気できる。

さらに、基板4からの赤外線をプローブ10（フ  
 ァイバー先端部にレンズ13を有している）のレン  
 ズ13で、ファイバー8の断面に集光し、その集光  
 された光をファイバー8を通し装置外部の測定器  
 12に送ることにより、装置内部の被測定物が正確  
 に計測できる。

#### 〔実施例〕

第2図は本発明の一実施例を説明する図である。  
 なお、全図を通じて同一符号は同一対象物を示す。

第2図は第1図の測定機構のプローブ部分を示  
 し、第2図は真空装置内赤外線温度プローブであ  
 る。

赤外線を検出する方法で、単に検出部分（測定  
 用プローブ）を真空装置内に挿入しただけでは、  
 スパッタリングや蒸着等中に発生する飛来粒子に  
 よって、（第2図参照）検出部分を構成するファ  
 イバー8の端面a又はレンズ13は汚れてしまい、

赤外線を透過しなくなってしまう測定が不可能と  
 なる（特にメタル材料をスパッタリングする場合  
 は顕著となる）。これを解決するために、第2図  
 に示すようにL型のフード14を設け、その折り曲  
 げ部分にスパッタリングされる材料で覆われたミ  
 ラー15を設け、スパッタリング中にミラー15に膜  
 が堆積しても、ミラー15の反射率が変わらなくし  
 てある。斯くのようにしてあれば、L型のフード  
 14にスパッタされた粒子が飛来しても、ミラー15  
 に付着してしまい奥のレンズ13やファイバー8の  
 端面には付着しない。なお、11はファイバー8を  
 被覆する樹脂で、16は保護ガラスである。さらに、  
 真空下でも使用できるように、ファイバー8部分、  
 及び装置内外の接続部分から発生するガスを抑え  
 る為、ファイバー8部分を切れ目ない細い蛇腹（  
 金属）の覆い9で包み、その覆い9の一端をファ  
 イバー8部と密接させ、（第1図参照）他端を装  
 置外壁に密着し空気漏れを防ぐ構造とし、蛇腹の  
 柔軟性により装置内を移動可能にしている。

具体的な適用例として、CoCr垂直磁化記録媒体

スパッタリング時の場合を第3図に示す。

第3図において、CoCrターゲット17を用い、Ar  
 雰囲気中で基板ホルダー3に保持した磁気ディス  
 ク基板Pを回転させながら膜を付着させる。赤外  
 線プローブを形成するファイバー8は、基本組成  
 が $ZrF_4 - BaF_2 - LaF_3 - NaF - AlF_3$ である古河電工  
 製フッ化合物系ガラスファイバーを用いた。光フ  
 ァイバーの損失特性例を第4図に示す。約 $4\mu m$   
 までの長さの光を透過する。第5図は完全放射体  
 の分光放射を示し、これは完全放射体から光の放  
 射エネルギーと波長の関係を表したものである。  
 波長 $1 \sim 4\mu m$ の赤外線を検知する事によって室  
 温以上の温度測定が可能である。実際の基板は完  
 全黒体放射体でないから、これに1より小さい放  
 射率 $\epsilon$ がかかった値となる。実際にディテクター  
 へ入る赤外線はCoCr膜で覆われたミラー15、保護  
 ガラス16、レンズ13、ファイバー8によって減衰  
 するが、予め基板温度をキャリブレーションして  
 おく事によって、温度測定が可能となる。

なお、レンズ13及び保護ガラス16は赤外線を透

過する $BaF_2$ で作成した。可視から $4\mu m$ までの光  
 を透過する $CaF_2$ 、 $KBr$ でも良い。覆い9である蛇  
 腹及びプローブ先端部分はステンレス（SUS）で  
 作成した。

本発明の他の実施例を第6図に示す。第6図の  
 赤外線温度プローブは、スパッタリング又はイオ  
 ンプレーティングのように真空雰囲気中に不活性  
 ガス等を導入して放電を起こして成膜させる場合  
 には、図示のようにフード18を設け、フード18部  
 分からもガスを導入する為のパイプ19を設け、フ  
 ード18内のガス圧力を高める構造とする。

スパッタされた粒子の平均自由行程 $\lambda$ は、

$$\lambda \cong 1 / (1 / \pi (r_1 + r_2)^2 n_2)$$

で与えられる。ここで $r_1$ :スパッタされた原子の  
 半径、 $r_2$ :放電ガスの原子半径、 $n_2$ :放電ガスの  
 密度である。

今CoターゲットをArガスでスパッタする時、  
 $r_1 = 1.25 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 、 $r = 1.43 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 、

$$n_2 = (6 \times 10^3 / 22.4 \times 10^3) \times (P (\text{Torr}) / 760) \times 1 / \text{cm}^3 \quad (P \text{ は放電ガスの圧力 (Torr)})$$

)、だから、

$P = 10^{-4}$  Torrでは $\lambda = 126 \text{ cm}$

$P = 10^{-2}$  Torrでは $\lambda = 1.26 \text{ cm}$

$P = 1$  Torrでは $\lambda = 0.0126 \text{ cm}$ となる。

普通スパッタリング時のArガス圧は $10^{-2}$  Torr ~  $10^{-3}$  Torr だからフード18管内の圧力を1 Torr ~  $10^{-1}$  Torrにすれば、スパッタされてフード18内に飛び込んで来た粒子は、平均自由行程が短いためAr原子により散乱され、ファイバー8断面又はレンズ13に付着しない。

また、スパッタリング時のArガスの供給箇所は、温度計測用プローブ10のフード18だけからばかりでなく、他の部分から導入しても良い。その場合はフード18からのガス流量を減らす事ができ、基板の近くに置いた温度計測プローブ10から流出するガスによるプラズマの影響を少なくできる。

第7図は本発明の別の実施例を示し、この真空内測定装置は、被測定物として塵埃を計測するものである。

真空中成膜で欠陥が現れる原因としては、蒸発

ファイバー8先端部には、ファイバー8からの光を収束されるレンズ23、さらに塵埃からの発散光を集めるレンズ24を置き、塵埃検出感度を高める構造とする。

入射光は出力5mWのHe-Neレーザとし、コア径5  $\mu\text{m}$ の単一モード光ファイバーで導き、レンズ23で収束レーザビームを形成した。

受光はコア径100  $\mu\text{m}$ のファイバー8にレンズ24で集光させる。集光したものをファイバー8で装置外に導き、光電子倍增管25で検出し、検出された塵埃に対応するパルス信号の波高値から塵埃の粒径を、さらにパルス数から粒子数が測定できた。検出可能な粒径は0.2 ~ 100  $\mu\text{m}$ の範囲であった。なお、実際に悪さをしている塵埃の大きさは、数 $\mu\text{m}$ であり、真空装置内の塵埃量の把握が可能となり、その結果塵埃による欠陥の発生を最少化できる。

以上のように真空内測定装置は、真空下でも使用できるように、ファイバー8部分、及び装置内外の接続部分から発生するガスを押え、かつファ

源で激しい蒸発が起きた際に発生する飛沫や、スパッタリング中に時折現れる異常放電による飛沫、さらに装置内で動作する部材において摩擦部から生じた摩耗粉等の基板への付着が考えられている。しかしながら、従来これら微粒子の発生機構等についての観察がなされておらず、いつ、いかなる径路で塵埃が付着して膜の欠陥になるかに関し、膜の無欠陥化を進める上での基本的なデータを得る測定法が真空中ではなかった。

そこで、本発明では、前述した赤外線プローブと同じように、①高真空下でも使用できるように、ファイバー部分、及び装置の内外の接続部分から発生するガスを押さえ、②高感度に塵埃を検出できる光学系で構成した。

即ち、光の径路として送光部20、受光部21を設ける。ファイバー8は直径2mmのステンレス製の金属管9、もしくはベローズで包む構成とし、フランジ部22で熔接し、さらに、先端部ではファイバー8との間を密接させた上接着して、大気の漏れを防止するようにした。

ファイバー8を通して高感度に検出できる光学系を用いて構成したことにより、真空中の基板表面温度、塵埃等の正確な測定が可能となり、薄膜形成行程の高信頼化が図れる。

#### (発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、真空中の基板表面温度の測定、塵埃量の測定が可能となり、欠陥の最少化が可能となり、薄膜形成行程の高信頼化を図ることができる。

#### 4.図面の簡単な説明

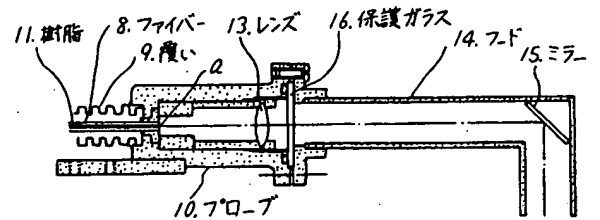
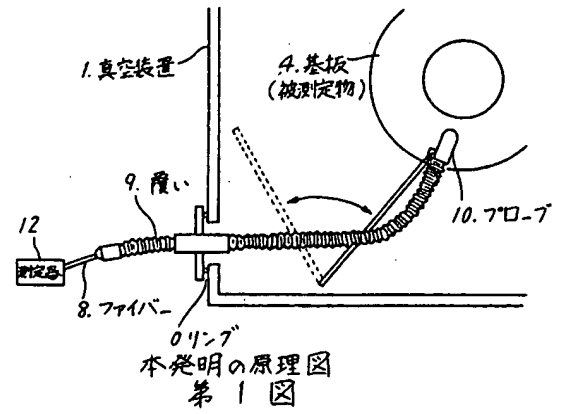
- 第1図は本発明の原理図、
- 第2図は本発明の一実施例を説明する図、
- 第3図は本発明の具体的な適用例を示す図、
- 第4図は光ファイバの損失特性例図、
- 第5図は完全放射体の分光放射図、
- 第6図は本発明の他の実施例を説明する図、
- 第7図は本発明の別の実施例を説明する図、
- 第8図は従来の真空装置内部の測定を説明する

図である。

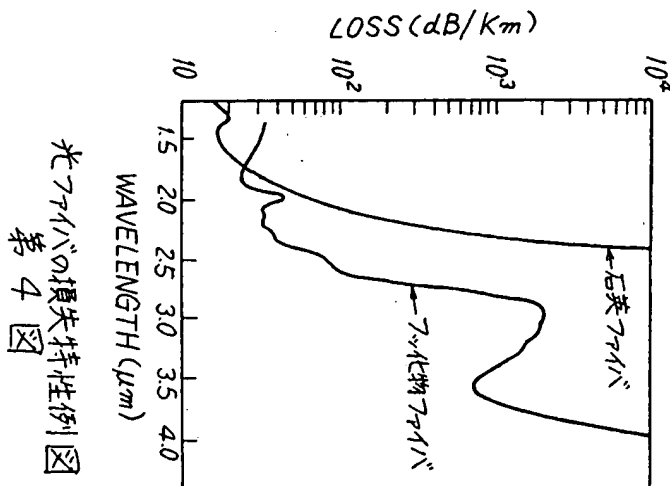
図において、

- 1は真空装置、
- 4は基板、
- 8はファイバー、
- 9は覆い、
- 10はプローブ、
- 11は樹脂、
- 12は測定器、
- 13、23、24はレンズ、
- 14はフード、
- 15はミラー、
- 16は保護ガラス、
- 18はフード、
- 19はパイプ、
- 20は送光部、
- 21は受光部、
- 22はフランジ、
- 25は光電子倍增管を示す。

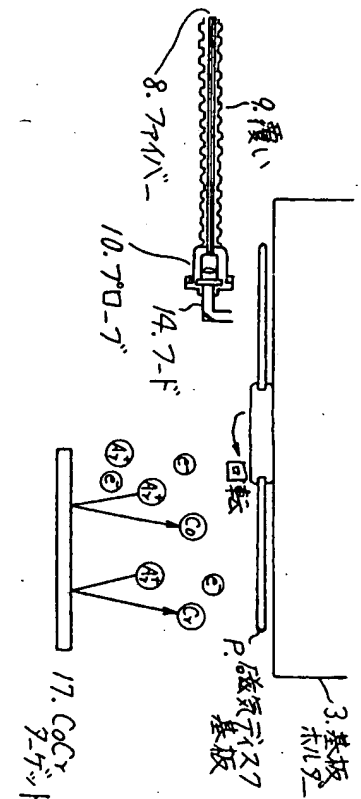
代理人 弁理士 井 術 貞一

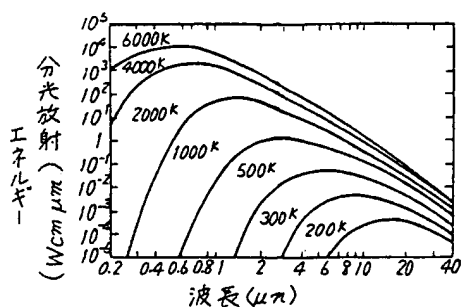


本発明の一実施例を説明する図  
第2図

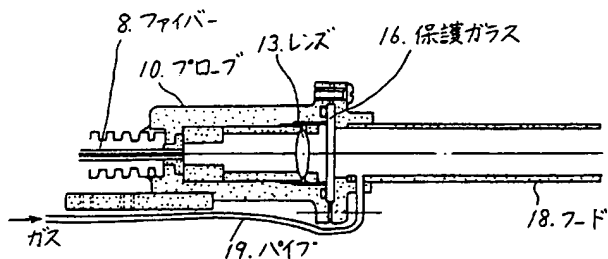


本発明の具体的な通用例を示す図  
第3図

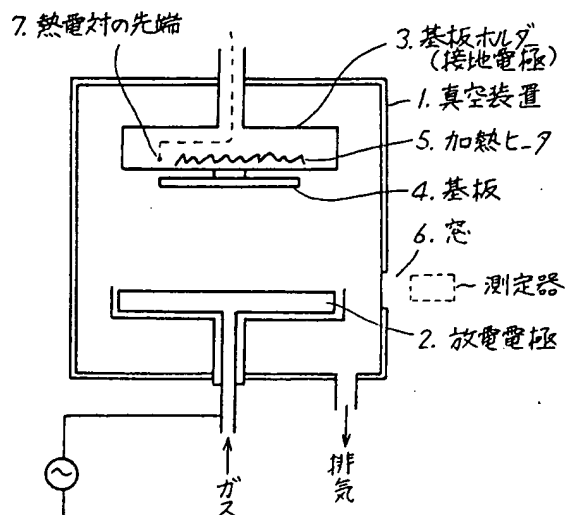




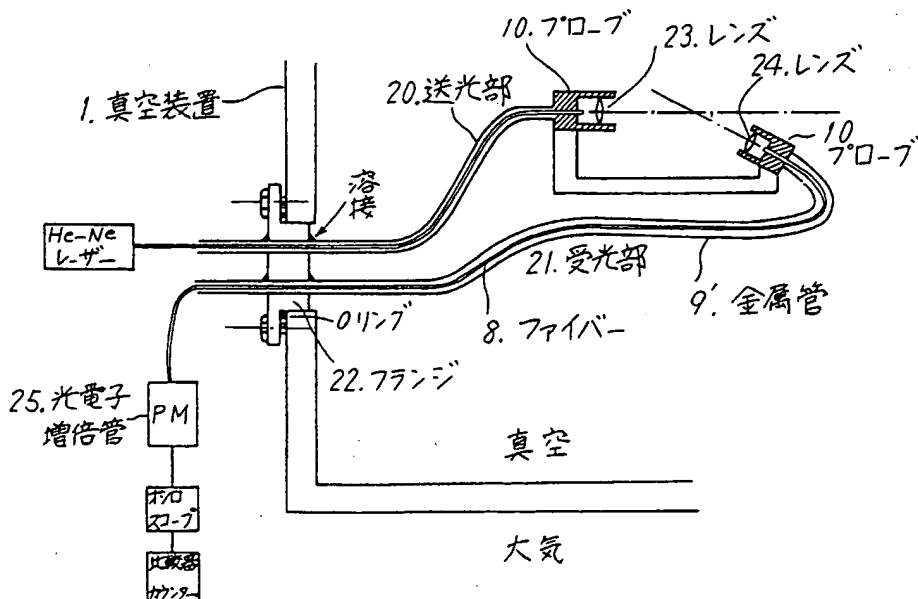
完全放射体の分光放射図  
第5図



本発明の他の実施例を説明する図  
第6図



従来の真空装置内部の測定を説明する図  
第8図



本発明の別の実施例を説明する図  
第7図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**